



COMUNICADO
TÉCNICO

235

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2018



Recomendação de Adubação NPK para o Sorgo Biomassa

Flávia Cristina dos Santos
Maria Lúcia Ferreira Simeone
Manoel Ricardo de Albuquerque Filho
Rafael Augusto da Costa Parrella

Recomendação de Adubação NPK para o Sorgo Biomassa¹

Introdução

A busca por fontes alternativas de energia tem se tornado destaque na agenda que envolve a matriz energética de diversos países. No Brasil, isso se baseia no fato de que a principal fonte de energia é a hidráulica. Entretanto, os problemas de déficit hídrico enfrentados pelo País nos últimos anos, bem como o aumento populacional, têm contribuído para a elevação do preço da energia e da demanda energética (Empresa de Pesquisa Energética, 2018).

Neste contexto, a cultura do sorgo biomassa se destaca como matéria-prima para ser utilizada na produção de bioeletricidade ou etanol de segunda geração, pois apresenta maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor que outras culturas, é mecanizável da semeadura à colheita e quando manejada de forma correta atinge produtividades elevadas, com relatos de rendimentos de mais de 100 toneladas de massa verde por hectare em algumas condições (Vinutha et al., 2014; Castro et al., 2015). Além

disso, o sorgo é uma espécie que apresenta baixa incidência de pragas e doenças em relação a culturas tradicionais.

Por causa da relativa rusticidade, o sorgo costuma ser cultivado em áreas menos aptas e com um manejo de correção do solo e adubação inapropriados, apesar de ser comprovadamente uma cultura responsiva à fertilização (Resende et al., 2009). Adicionalmente, as recomendações de corretivos e fertilizantes existentes se concentram em pesquisas realizadas com o sorgo grãofero e silageiro, sendo recentes as pesquisas envolvendo cultivares de sorgo voltadas para a produção de biomassa.

Outra questão a ser destacada é que na utilização do sorgo para produção de energia, a planta toda é colhida, o que resulta em elevada exportação de nutrientes da área de cultivo. Isso pode comprometer a viabilidade desta atividade agrícola, seja por critérios econômicos ou mesmo de sustentabilidade da produção, caso não haja uma reposição adequada dos nutrientes via fertilizantes.

Buscando gerar informações de manejo de adubação do sorgo biomassa para os produtores, há alguns anos vêm sendo desenvolvidas pesquisas com a cultura na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG), envolvendo o manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral,

¹Eng.-Agrôn., D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Química, D.Sc. em Química Orgânica, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

com foco em análises de produtividade e de extração de nutrientes pelas plantas.

Esses estudos incluíram experimentos de adubação em campo com os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), por serem os elementos absorvidos em maiores quantidades pelas plantas de sorgo e estarem fortemente associados a ganhos de produtividade. Entretanto, sabe-se que o manejo adequado da nutrição e adubação da cultura deve envolver todos os nutrientes essenciais, macro e micronutrientes.

O dimensionamento da adubação envolve o balanço entre a demanda de nutrientes pela cultura, para uma dada produtividade, e o suprimento de nutrientes provenientes do solo e da ciclagem dos restos vegetais existentes na lavoura. Para obter subsídios nesse contexto, as principais avaliações realizadas nas pesquisas foram a resposta das variáveis produtivas do sorgo às doses dos fertilizantes e a extração de nutrientes por tonelada de massa seca (MS) produzida.

Assim, esta publicação objetiva apresentar uma primeira aproximação de recomendação de adubação com N, P e K para a cultura do sorgo biomassa, ressaltando que as informações aqui contidas não esgotam o tema, pois ao longo do tempo novos materiais vêm sendo lançados, normalmente mais produtivos, e por isso são importantes avaliações nestes novos cenários.

Base experimental: resposta do sorgo à adubação NPK e extração de nutrientes

Em programas de adubação, que envolvem o balanço entre a exigência de nutrientes pelo sorgo e o suprimento oriundo do solo e resíduos orgânicos, a extração de nutrientes pela planta é o fator principal, pois representa a demanda total da cultura.

A extração de nutrientes pelas plantas é comandada pela produtividade da cultura e sofre influência de diversos fatores, como genética, estágio fenológico e estado fitossanitário da lavoura, pH do solo, umidade e capacidade tampão, disponibilidade de nutrientes no solo, localização e forma do adubo, sistemas de produção, entre outros (Bullen et al., 1983; Borkert; Barber, 1985; Ruiz et al., 1990; Santos et al., 2008).

Informações sobre resposta do sorgo à adubação também subsidiam o manejo mais adequado da cultura, relacionando produtividade obtida em função das doses aplicadas e permitindo estabelecer a recomendação de doses que geram maior produtividade física ou econômica da cultura.

Para obter informações de resposta do sorgo biomassa à adubação NPK e de extração de nutrientes pelas plantas, diversos experimentos foram conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo, e um foi

implantado em área de reforma de canavial em usina no Estado de São Paulo (Santos et al., 2014, 2015, 2016, 2017). Além disso, buscaram-se informações de outros ensaios com melhoramento de sorgo biomassa conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo (dados não publicados) para ampliar a base de dados envolvendo o tema e assim foi organizada a Tabela 1, que traz os valores médios de extração de N, P e K observados nesses trabalhos (adaptado de Santos et al., 2017).

No caso do sorgo biomassa, com a remoção da parte aérea das plantas na colheita, os valores de extração de nutrientes correspondem às quantidades exportadas das áreas de cultivo. Pela análise dos dados da Tabela 1, observa-se que, embora em alguns casos as extrações de macronutrientes por tonelada de massa seca sejam similares nas duas faixas de produtividade, os cultivos mais produtivos tendem a ser mais eficientes na utilização dos nutrientes absorvidos, conforme expresso pelas médias dos grupos com produtividade abaixo ou acima de 20 t ha⁻¹ de massa seca.

Entretanto, ao se calcular a quantidade extraída por hectare constata-se, como esperado, maior demanda de nutrientes no caso de produtividades acima de 20 t ha⁻¹ de massa seca. Assim, a exportação média de macronutrientes pelos cultivos com produtividade acima de 20 t ha⁻¹ de massa seca seria de 161, 17 e 232 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente. Para os cultivos com produtividade menor que 20 t ha⁻¹ de

massa seca, esses valores seriam de 116, 12 e 197 kg ha⁻¹ daqueles nutrientes, respectivamente.

Dados de resposta da produtividade do sorgo biomassa em função de doses de N e K (Santos et al., 2014) mostraram valores máximos atingidos (19,2 t ha⁻¹ de MS) com a aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N e 180 kg ha⁻¹ de K₂O. No trabalho de Santos et al. (2016), em área de reforma de canavial, a máxima produtividade de massa seca (32,5 t ha⁻¹ de MS) foi alcançada com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N. Nestes trabalhos, foram utilizadas doses de 140 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Tabela 1. Produtividade de massa seca (MS) e extração de N, P e K por tonelada de massa seca de parte aérea produzida por genótipos de sorgo biomassa, com níveis de produtividade situados abaixo ou acima de 20 t ha⁻¹. Sete Lagoas-MG.

Genótipo	MS	N	P	K	Safr
	t ha ⁻¹	-----kg t ⁻¹ -----			
MS < 20 t ha ⁻¹					
CMSXS7012	12,88	6,20	0,72	14,54	2013/2014
CMSXS7020	15,54	7,84	0,85	11,29	2011/2012
CMSXS7022	16,86	6,97	0,94	11,20	2013/2014
CMSXS7026	17,61	8,40	0,81	9,57	2013/2014
CMSXS7031	17,69	5,60	0,66	8,65	2013/2014
CMSXS7028	17,72	6,73	0,74	14,07	2013/2014
CMSXS7027	19,77	6,20	0,49	12,32	2013/2014
Média	16,87	6,85	0,74	11,66	
MS > 20 t ha ⁻¹					
CMSXS7015	21,46	6,93	0,84	11,97	2010/2011
CMSXS7015	22,06	5,73	0,45	6,68	2013/2014
CMSXS7023	22,15	4,87	0,58	8,14	2013/2014
CMSXS7025	22,39	5,43	0,62	13,29	2013/2014
CMSXS7021	22,44	7,17	0,78	7,28	2013/2014
CMSXS7030	23,24	7,10	0,68	10,94	2013/2014
CMSXS652	23,34	7,80	1,00	8,55	2011/2012
CMSXS7024	24,12	5,77	0,62	11,74	2013/2014
CMSXS7029	24,20	5,47	0,51	13,01	2013/2014
CMSXS7016	24,88	6,60	0,96	9,59	2013/2014
BRS716	26,19	6,74	0,55	6,07	2016/2017
CMSXS7015	32,54	7,05	0,79	6,89	2014/2015
BRS 716	37,16	6,82	0,45	6,13	2016/2017
Média	25.09	6.42	0.68	9.25	

Indicações de adubação NPK para o cultivo de sorgo biomassa

Os resultados experimentais obtidos até o momento permitem propor uma primeira aproximação para o estabelecimento de programas de adubação para o sorgo biomassa baseada na exigência nutricional da planta e para solos de fertilidade construída. Entendem-se como solos de fertilidade construída aqueles em que já foram realizadas práticas de controle da acidez (calagem e gessagem) e de adubações corretivas, de modo a proporcionar disponibilidade atual de nutrientes acima dos níveis críticos indicados na literatura. Na Tabela 2, são sugeridas doses de N, P_2O_5 e K_2O a serem fornecidas para meta de produtividade acima de 20 t ha^{-1} (viabilidade

econômica), baseadas nas exigências nutricionais da planta e visando preservar as condições de fertilidade do solo para os cultivos subsequentes.

A adubação do N e K deve ser fracionada, com menor parte aplicada no plantio, não devendo exceder 40 kg ha^{-1} de N e 60 kg ha^{-1} de K_2O , para se evitar lixiviação dos nutrientes e efeito salino em sementes, e o restante em cobertura, a partir de 20-25 dias após a emergência, quando as plantas apresentarem 4 a 6 folhas.

A dose total de P_2O_5 deve ser aplicada no momento da semeadura e, preferencialmente, de forma localizada no sulco de plantio.

Tabela 2. Indicações de adubação com os macronutrientes N, P e K para o sorgo biomassa, baseadas na exigência nutricional da planta, para solos de fertilidade corrigida.

Meta de produtividade	Plantio		
	N	P_2O_5	K_2O
t ha ⁻¹ de MS			
20	130	70	220
25	160	90	280
30	190	105	330
		kg t ⁻¹ MS	
Exigência nutricional	6,5	1,6	11,1

Conclusões e recomendações

Os resultados de pesquisa apresentados neste trabalho permitem estimar os requerimentos nutricionais do sorgo biomassa em relação a N, P e K. Entretanto, o dimensionamento das demandas efetivas desses nutrientes na adubação das lavouras depende de uma série de condicionantes relacionados ao solo, ao sistema de produção no qual o sorgo está inserido e ao manejo geral da cultura. Como uma primeira aproximação, são sugeridas indicações de adubação do sorgo biomassa em solos com fertilidade construída (Tabela 2).

Recomenda-se a utilização dessas informações de forma a subsidiar os programas de manejo da fertilidade, cujo aperfeiçoamento deve levar em conta também os resultados de análise de solo e a contribuição dos resíduos vegetais existentes nas lavouras. Sendo assim, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas (via fertilização, manejo de resíduos vegetais) devem, no mínimo, repor as quantidades exportadas na colheita, de forma a garantir a sustentabilidade do sistema. Resultados de pesquisas futuras poderão confirmar ou permitir ajustes nas doses ora propostas, principalmente para patamares mais elevados de produtividade.

Agradecimentos

À Fapemig, Petrobrás e Finep, pelo apoio financeiro.

Referências

- BORKERT, C. M.; BARBER, S. A. Soybean shoot and root growth and phosphorus concentration as affected by phosphorus placement. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, p. 152-155, 1985.
- BULLEN, C. W.; SOPER, R. C.; BAILEY, L. D. Phosphorus nutrition of soybeans as affected by placement of fertilizer phosphorus. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 63, p. 199-210, 1983.
- CASTRO, F. M. R.; BRUZI, A. T.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; LOMBARDI, G. M. R.; ALBUQUERQUE, C. J. A.; LOPES, M. Agronomic and energetic potential of biomass sorghum genotypes. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 11, p. 1862-1873, 2015.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em: 16 nov. 2018.
- RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119).

RUIZ, H. A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H. Teor, acúmulo e distribuição de fósforo em plantas de soja em relação ao conteúdo de água do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 181-185, 1990.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, A. C.; GOMES, T. C.; OLIVEIRA, M. S. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa-produtividade e qualidade de fibra. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2014.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, M. S.; GOMES, T. C. Adubações nitrogenada e potássica na nutrição e na extração de macronutrientes pelo sorgo biomassa. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 1, p. 10-22, 2015.

SANTOS, F. C.; MAY, A.; SANTOS, M. S.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; PASSOS, A. M. A.; CRUZ, S. C. B. **Doses e fontes de nitrogênio em sorgo biomassa cultivado em áreas de reforma de canavial**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 146).

SANTOS, F. C.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; SEDIYAMA, C. S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1661-1674, 2008.

SANTOS, F. C.; RESENDE, A. V.; PASSOS, A. M. A.; SIMEONE, M. L.

F.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; PARRELLA, R. A. C.; JULIO, G. M. F. **Demanda nutricional do sorgo biomassa para a recomendação de adubação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 233).

VINUTHA, K. S.; RAYAPRLU, L.; YADAGIRI, K.; UMAKANTH, A. V.; PATIL, J. V.; RAO, P. S. Sweet sorghum research and development in India: status and prospects. **Sugar Tech**, v. 16, n. 2, p. 133-143, 2014.

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
 Rod. MG 424 Km 45
 Caixa Postal 151
 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
 Fone: (31) 3027-1100
 Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2018)



MINISTÉRIO DA
 AGRICULTURA, PECUÁRIA
 E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
 da Unidade Responsável

Presidente

Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo

Elena Charlotte Landau

Membros

Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria
 Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira
 Simeone, Roberto dos Santos Trindade e
 Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto da capa

Flávia Cristina dos Santos

CGPE 15101